

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of)
LIANG et al.)
) NEW APPLICATIONS
)
Serial No. Not yet assigned)
)
Filed: With Application)
)

For: IMPROVED PREPARATION OF CYCLOPENTENONES

CLAIM TO PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents
and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in Germany under the International (Paris) Con-vention for the Protection of Industrial Property (Stockholm Act July 14, 1967) is hereby requested and the right of priority pro-vided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed.

Germany: 102 54 854.6

Filed: November 25, 2002

A certified copy of the priority document is attached.

Respectfully submitted,
KEIL & WEINKAUF



Herbert B. Keil
Reg. No. 18,967
Attorney for Applicants

1350 Connecticut Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20036
(202) 659-0100



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 54 853.6

Anmeldetag: 25. November 2002

Anmelder/Inhaber: BASF Aktiengesellschaft,
Ludwigshafen/DE

Bezeichnung: Verbessertes Verfahren zur Herstellung von
Cyclopentenonen

IPC: C 07 C 49/597

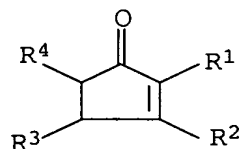
Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

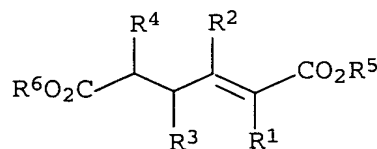
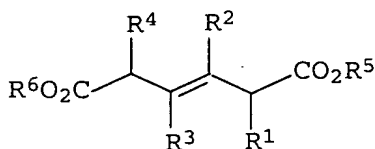
Scholz

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von 2-Cyclopentenonen der allgemeinen Formel:



in der R¹ bis R⁴ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkyl- oder Alkenylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkyl- oder Cycloalkenylreste mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, Aralkylen- oder Arylreste stehen, durch Umsetzung von Hexendisäuren und/oder deren Ester der allgemeinen Formeln



II

oder

III

in denen R¹ bis R⁴ die obengenannte Bedeutung haben und R⁵ und R⁶ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkylreste mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen, Aralkyl- oder Arylreste stehen, bei Temperaturen von 150 bis 450°C an festen, oxidischen Katalysatoren, dadurch gekennzeichnet, dass die Katalysatoren auf einem oxidischen Trägermaterial 0,01 bis 5 Gew.-% mindestens eines Alkalioxids aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als Trägermaterial Metalloxide der II bis V Hauptgruppe, der I bis VIII Nebengruppe des Periodensystems der Elemente, Oxide der seltenen Erdmetalle oder Gemische derselben verwendet.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Aluminiumoxid und/oder Siliciumoxid als Trägermaterial verwendet werden.

2

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Natriumoxid und/oder Kaliumoxid verwendet werden.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man die Umsetzung im Festbett durchführt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man die Ausgangsstoffe der allgemeinen Formeln II und III durch Dimerisierung von Acrylsäureestern herstellt.
- 10

15

20

25

30

35

40

45

Verbessertes Verfahren zur Herstellung von Cyclopentenonen

Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von 2-Cyclopentenonen durch Umsetzung von 2- oder 3-Hexen-1,6-dicarbonsäuren oder deren Estern in Gegenwart von heterogenen Katalysatoren, die aus Alkalioxiden auf Katalysator-Trägern
10 bestehen.

Die Synthese von 2-Cyclopentenonen durch Umsetzung von substituierten oder unsubstituierten 2- oder 3-Hexen-1,6-dicarbonsäuren oder ihren Estern an festen oxidischen Katalysatoren bei 150°C bis
15 450°C ist aus EP-A 297 447 bekannt. Verwendet werden feste oxidische Katalysatoren der I bis V Hauptgruppe, der I bis VIII Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente oder Oxide der seltenen Erdmetalle oder Gemische der genannten Oxide. Besonders bevorzugt wird die Umsetzung in der Gasphase unter Verwendung
20 eines Katalysator-Wirbelbetts durchgeführt. Gemäß den vier Ausführungsbeispielen der EP-A 297 447 wird als Katalysator besonders bevorzugt γ -Aluminiumoxid bzw. mit Bariumoxid dotiertes Aluminiumoxid verwendet.

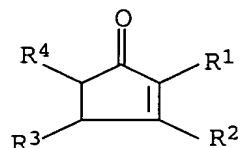
25 Die Versuche in den vier Ausführungsbeispielen wurden bei 345°C/ Normaldruck in Gegenwart von Wasserdampf, Stickstoff als Trägergas und γ -Aluminiumoxid- oder γ -Aluminiumoxid/Bariumoxid-Wirbelbett-Katalysatoren jeweils 6 Stunden lange betrieben. Die höchste Ausbeute bei Verwendung von γ -Aluminiumoxid betrug 51 % (Selektivität 65 %, Beispiel 1), bei Verwendung von γ -Aluminiumoxid/10 %
30 Bariumoxid 55 % (Selektivität 69 %, Beispiel 4).

Es bestand die Aufgabe, das Verfahren zur Herstellung von Cyclopentenonen aus 2- oder 3-Hexen-1,6-dicarbonsäuren oder deren
35 Ester, insbesondere im Hinblick auf die Cyclopentenonselektivität durch das Auffinden noch besserer Katalysatoren weiter zu verbessern. Mit einer hohen Cyclopentenonselektivität sollte eine möglichst hohe Cyclopentenon-Ausbeute verbunden sein, um im Verfahren möglichst wenig 2- oder 3-Hexen-1,6-dicarbonsäuren oder deren
40 Ester zurückführen zu müssen. Weiterhin sollten die Katalysatoren eine hohe Standzeit aufweisen.

Diese Aufgabe wird gelöst in einem Verfahren zur Herstellung von 2-Cyclopentenonen der allgemeinen Formel

45

2

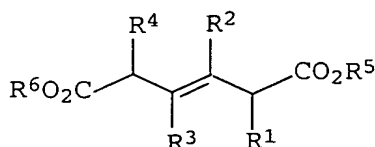


I

5

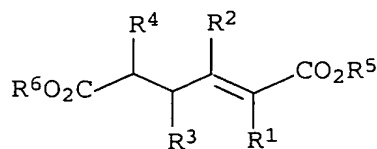
in der R¹ bis R⁴ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkyl- oder Alkenylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkyl- oder Cycloalkenylreste mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, Aralkylen- oder Arylreste stehen, durch Umsetzung von Hexendisäuren und/oder deren Ester der allgemeinen Formeln

15



II

oder



III

in denen R¹ bis R⁴ die obengenannte Bedeutung haben und R⁵ und R⁶ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkylreste mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen, Aralkyl- oder Arylreste stehen, bei Temperaturen von 150 bis 450°C an festen, oxidischen Katalysatoren, welche auf einem oxidischen Trägermaterial 0,01 bis 5 Gew.-%, bevorzugt 0,1 bis 3 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,3 bis 2 Gew.-%, mindestens eines Alkalioxids aufweisen. Gewichtsprozentangaben beziehen sich jeweils auf den gesamten Katalysator aus Aktivmetalloxid und Trägermaterial.

30

Als Alkalioxide kommen Lithium-, Natrium-, Kalium-, Rubidium-, und Caesiumoxid oder deren Gemische in Frage. Besonders bevorzugt sind Natrium- und Kaliumoxid als katalytisch aktive Masse.

Als Trägermaterial werden Metalloxide der II bis V Hauptgruppe, der I bis VIII Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente oder Oxide der seltenen Erdmetalle oder Gemische derselben verwendet. Beispiele für derartige Träger sind Magnesiumoxid, Calciumoxid, Bariumoxid, weiterhin Bortrioxid, Aluminiumoxid, Siliciumoxid, z.B. in Form von Kieselgel, Kieselgur oder Quarz, ferner Zinndioxid, Bismutoxid, Kupferoxid, Zinkoxid, Lanthanoxid, Titandioxid, Zirkondioxid, Vanadiumoxide, Chromoxide, Molybdänoxide, Wolframoxide, Manganoxide, Eisenoxide, Ceroxide, Neodymoxide oder Gemische derartiger Oxide.

45

3

Bevorzugt werden als Trägermaterial Aluminiumoxid und/oder Siliziumoxid verwendet.

Die erfindungsgemäß verwendeten Trägerkatalysatoren können nach
5 an sich bekannten Verfahren, beispielsweise durch Fällung der katalytisch aktiven Komponente aus ihren Salzlösungen in Gegenwart des Trägermaterials durch Zugabe von Alkalimetall-Hydroxid oder Carbonat-Lösungen hergestellt werden. Die jeweiligen Hydroxide, Oxidhydrate, basischen Salze oder Carbonate werden so ausgefällt.

10 Die Niederschläge werden anschließend getrocknet und durch Kalzinierung bei im allgemeinen 300 bis 1300°C, bevorzugt 400 bis 1200°C in die entsprechenden Oxide, Mischoxide und/oder gemischt-valenten Oxide umgewandelt.

15 Neben den oben genannten Fällungskatalysatoren, die als Trägerkatalysatoren eingesetzt werden können, sind auch Trägerkatalysatoren geeignet, bei denen die katalytisch aktiven Komponenten auf andere Art auf das Trägermaterial aufgebracht worden
20 sind.

Beispielsweise können die katalytisch aktiven Komponenten durch Tränkung mit Lösungen oder Suspensionen der Salze oder Oxide der entsprechenden Elemente und Trocknung aufgebracht werden.

25 Die Trägerkatalysatoren können auch durch Vermischen des Trägers mit einem Alkalisalz und Wasser, Verkneten und Verstrangen des Gemischs und anschließendes Trocknen und Calcinieren hergestellt werden.

30 Die katalytisch aktiven Komponenten können auch auf den Träger aufgebracht werden, indem der Träger mit Lösungen thermisch leicht zersetzbarer Salze imprägniert wird und der so behandelte Träger auf Temperaturen von 300 bis 600°C erhitzt wird, wobei die
35 adsorbierten Metallverbindungen thermisch zersetzt werden.

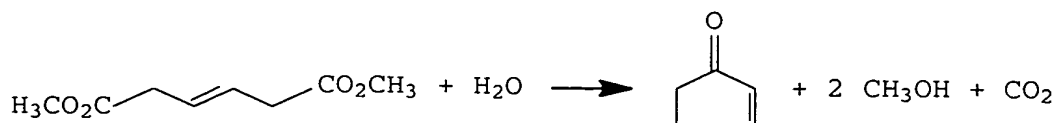
Thermisch leicht zersetzbare Salze sind beispielsweise Nitrate und thermisch leicht zersetzbare Komplexverbindungen wie Carbonyl- oder Hydrido-Komplexe der katalytisch aktiven Metalle.
40 Die thermische Zersetzung wird vorzugsweise in einer Schutzgasatmosphäre durchgeführt. Geeignete Schutzgase sind z.B. Stickstoff, Kohlendioxid, Wasserstoff oder Edelgase.

Weiterhin kann die katalytisch aktive Komponente durch Aufdampfen
45 oder Flammsspritzen auf dem Trägermaterial abgeschieden werden.

4

Die erfindungsgemäße Reaktion läßt sich z.B. für die Umsetzung von 3-Hexen-1,6-dicarbonsäuredimethylester zu 2-Cyclopentenon durch die folgende Reaktionsgleichung darstellen:

5



- 10 Als Ausgangsstoffe der Formeln II und III kommen 3-Hexen-1,6-dicarbonsäure oder 2-Hexen-1,6-disäure, die gegebenenfalls durch die Reste R^1 bis R^4 substituiert sind in Betracht. Die Reste R^1 bis R^4 können Alkyl- oder Alkenylreste mit 1 bis 12 C-Atomen, wie Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Isopropyl-, Butyl-, Iso-
- 15 butyl-, tert.-Butyl-, Hexyl-, Nonyl-, Allyl-, Hexenyl- oder Nonylreste, Cycloalkyl- oder Cycloalkenylreste mit 5 bis 7 C-Atomen, wie Cyclohexyl-, Cyclopentyl-, 2-Cyclohexenyl-, oder 2-Cyclopentenylreste, Aralkyl- oder Arylreste, wie Phenyl- oder Benzylreste sein. Die Ester der Formeln II und III sind
- 20 aliphatische, cycloaliphatische, araliphatische oder aromatische Mono- oder Diester der genannten Dicarbonsäuren. Als Reste R^5 und R^6 seien z.B. Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Isopropyl-, tert.-Butyl-, Hexyl-, Nonyl-, Dodecyl-, Cyclopentyl-, Cyclohexyl-, Phenyl- oder Benzylreste genannt.

25

Beispielsweise können folgende Ausgangsstoffe verwendet werden:

- 3-Hexen-1,6-disäure, 2-Hexen-1,6-disäure, 2-Methyl-3-hexen-1,6-disäure, 2,5-Dimethyl-3-hexen-1,6-disäure, 3,4-Dimethyl-3-hexen-1,6-disäure, 2-Allyl-3-hexen-1,6-disäure, 3-Cyclohexyl-2-hexen-1,6-disäure, 3-(2-Cyclopentyl)-3-hexen-1,6-disäure, 3-Phenyl-3-hexen-1,6-disäure und 2-Benzyl-3-hexen-1,6-disäure, 3-Hexen-1,6-disäuredimethylester, 2-Hexen-1,6-disäuredimethylester, 3-Hexen-1,6-disäurediethylester, 2-Hexen-1,6-disäuredibutylester, 3-Hexen-1,6-disäuredicyclohexylester, 3-Hexen-1,6-disäuredibenzylester, 2-Methyl-3-hexen-1,6-disäuredimethylester, 2,5-Dimethyl-3-hexen-1,6-disäuredimethylester, 3,4-Dimethyl-3-hexen-1,6-disäuredimethylester, 2-Allyl-3-hexen-1,6-disäuredimethylester, 3-Cyclohexyl-2-hexen-1,6-disäurediethylester, 3-(2-Cyclopentenyl)-3-hexen-1,6-disäuredimethylester, 3-Phenyl-3-hexen-1,6-disäurediethylester oder 2-Benzyl-3-hexen-1,6-disäuredimethylester. Die Umsetzung der Ester ist von besonderem technischen Interesse.

- Es ist zwar möglich, die erfindungsgemäße Umsetzung ohne Zusatz
- 45 von Wasser durchzuführen, allerdings wird durch die Zugabe von Wasser eine bemerkenswerte Erhöhung von Selektivität und Standzeit erreicht. Das Molverhältnis von Ausgangsstoff II oder III zu

5

Wasser beträgt hierbei vorteilhaft 1:0,01 bis 1:20, insbesondere 1:0,5 bis 1:10.

Die Umsetzung kann in der Gasphase oder in flüssiger Phase, gegebenenfalls auch unter Mitverwendung von Verdünnungsmitteln durchgeführt werden. Besonders bevorzugt ist die Umsetzung als Festbettreaktion mit Festbettkatalysatoren in der Gasphase durchzuführen.

- 10 Die Umsetzung findet bei 200°C bis 450°C, vorzugsweise 250 bis 430°C, insbesondere bei 300°C bis 420°C statt. Im allgemeinen wird die Reaktion unter Atmosphärendruck durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich, schwach verminderten oder schwach erhöhten Druck, z.B. bis zu 20 bar anzuwenden. Die Katalysatorbelastung liegt im
15 allgemeinen bei 0,01 bis 40, vorzugsweise 0,1 bis 20 g Ausgangsstoff der Formel II und/oder III je Gramm Katalysator und Stunde.

- Die Umsetzung in der Flüssigphase wird beispielsweise so durchgeführt, dass man ein Gemisch aus der Ausgangsverbindung und gegebenenfalls Wasser in Gegenwart eines suspendierten Festbettkatalysators auf die gewünschte Reaktionstemperatur erhitzt. Nach
20 Ablauf der notwendigen Reaktionszeit wird das Reaktionsgemisch abgekühlt und der Katalysator, z.B. durch Filtration, entfernt. Das Reaktionsgemisch wird anschließend zur Gewinnung des Ketons
25 bzw. des unumgesetzten Ausgangsstoffes fraktionierend destilliert.

- Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Gasphase sieht z.B. so aus, dass man ein Gemisch aus dem
30 Ausgangsstoff der Formel II und/oder III und Wasser zunächst verdampft und dann, gegebenenfalls zusammen mit einem Inertgas, wie Stickstoff, Kohlendioxid oder Argon, bei der gewünschten Reaktionstemperatur gasförmig über einen fest angeordneten Katalysator leitet. Bei Festbettanordnung ist die Rieselfahrweise, bei der
35 Gas und Flüssigkeit von oben nach unten über das katalysatische Festbett geführt werden, bevorzugt. Der Reaktionsaustrag wird mittels geeigneter Kühlvorrichtung kondensiert und anschließend durch fraktionierende Destillation aufgearbeitet. Unumgesetzter Ausgangsstoff kann zurückgeführt werden.

- 40 Die für das erfindungsgemäße Verfahren benötigten Ausgangsstoffe sind ausgehend von 1,4-Dicyan-2- oder 1,4-Dicyan-3-butenen durch Hydrolyse oder Umsetzung mit Alkoholen und Salzsäure (Pinner-Reaktion), durch Metathese von Alkencarbonsäureestern (siehe z.B.
45 J. of Molecular Catalysis 8 (1980), S. 107 bis 11) oder durch katalytische Dimerisierung von Acrylestern z.B. mit Pd-Katalysatoren wie in J. Org. Chem. 48 (1983), S. 5364 bis 5366 beschrieben

6

oder Rh-Katalysatoren (siehe EP-A 475 386) nicht nur leicht in guten Ausbeuten, sondern auch mit einem in weiten Grenzen variierbaren Substitutionsmuster herstellbar. Hierbei ist die Dimerisierung von Acrylestern besonders bevorzugt.

5

Aus EP-A 269 042 ist bekannt, 2- und 3-Pentensäuremethylester bei 130 bis 135°C in Gegenwart von starken Basen wie Natriummethylat, Natriumamid oder Natriumhydrid zu Gemischen aus 2-Propenyliden- und 2-(1-Propenyl)-3-ethyl-glutarsäuredimethylester, also dimeren

- 10 Pentensäureestern umzusetzen. Eine ähnliche Dimerisierung war bei der Umsetzung von 2- und 3-Hexendicarbonsäurediestern bei deutlich höheren Temperaturen und Alkalioxiden, also ebenfalls starken Basen, zu erwarten gewesen. Daher war es überraschend, dass gemäß Beispiel 1 Cyclopentenon-Ausbeuten von 85 % bei
- 15 Selektivitäten von 91 % erzielt werden.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen 2-Cyclopentenone sind wertvolle Zwischenprodukte. Das α,β -ungesättigte Ketonsystem in den 2-Cyclopentenonen ermöglicht eine Vielzahl von

20 Additionsreaktionen vom Michael- oder Diels-Alder-Typ. 2-Cyclopentenone stellen somit wertvolle und vielseitig verwendbare Ausgangsverbindungen für die Synthese von fünfgliedrigen Ringen dar.

- 25 Die nachfolgenden Beispiele sollen das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutern.

Beispiele

30 Beispiel 1

Herstellung des Cyclisierungskatalysators A (1 % K_2O/Al_2O_3)

3 kg Al_2O_3 wurden mit 0,05 kg Kaliumcarbonat und 2,8 kg Wasser verknetet. Die gut durchmischte Masse wurde zu 4 mm Strängen ge-

35 formt und bei 120°C getrocknet. Die getrockneten Stränge wurden bei 1200°C calciniert.

Beispiel 2

Cyclisierung von 3-Hexen-1,6-disäuredimethylester zu 2-Cyclopentenon

40 tenon

In einem elektrisch beheizten Gasphasenreaktor wurden 80 ml Katalysator A mit 20 ml Quarzringen als Verdampferstrecke überschichtet. Die Apparatur wurde in Rieselfahrweise betrieben. Pro

45 Stunde wurden 0,008 kg 3-Hexen-1,6-disäuredimethylester und 0,004 ml Wasser verdampft und mit 20 l Stickstoff bei 400°C über

7

den Katalysator A geleitet. Die Katalysatorbelastung betrug
0,1 kg 2-Hexen-1,6-disäuredimethylester/l Katalysator x Stunde.

Der gasförmige Reaktionsaustrag wurde unter Kühlung kondensiert
5 und gaschromatographisch analysiert. Die 2-Cyclopentenon-Ausbeute
betrug 85 %, die Selektivität 91 %.

10

15

20

25

30

35

40

45

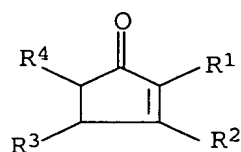
Verbessertes Verfahren zur Herstellung von Cyclopentenonen

Zusammenfassung

5

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von 2-Cyclopentenonen der allgemeinen Formel:

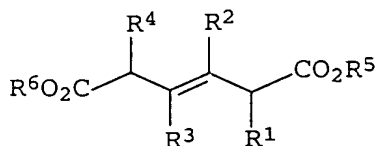
10



I

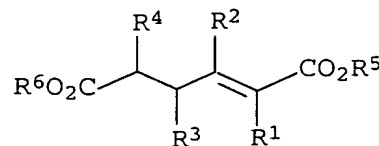
in der R¹ bis R⁴ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkyl- oder Alkenylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkyl- oder Cycloalkenylreste mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, Aralkylen- oder Arylreste stehen, durch Umsetzung von Hexendisäuren und/oder deren Ester der allgemeinen Formeln

20



II

oder



III

25

in denen R¹ bis R⁴ die obengenannte Bedeutung haben und R⁵ und R⁶ Wasserstoffatome bedeuten oder für Alkylreste mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, Cycloalkylreste mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen, Aralkyl- oder Arylreste stehen, bei Temperaturen von 150 bis 450°C an festen, oxidischen Katalysatoren, dadurch gekennzeichnet, dass die Katalysatoren auf einem oxidischen Trägermaterial 0,01 bis 5 Gew.-% eines Alkalioxids aufweisen.

35

40

45